

(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : G10L 19/00		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/13173
			(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 9. März 2000 (09.03.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/05972		(81) Bestimmungsstaaten: CA, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(22) Internationales Anmeldedatum: 14. August 1999 (14.08.99)			
(30) Prioritätsdaten: 198 40 548.0 27. August 1998 (27.08.98) DE		Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): DEUTSCHE TELEKOM AG [DE/DE]; Friedrich-Ebert-Allee 140, D-53113 Bonn (DE).			
(72) Erfinder; und			
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BERGER, Jens [DE/DE]; Raabestrasse 8, D-10405 Berlin (DE).			
(74) Gemeinsamer Vertreter: DEUTSCHE TELEKOM AG; Patentabteilung R151, D-64307 Darmstadt (DE).			
<p>(54) Title: METHOD FOR INSTRUMENTAL VOICE QUALITY EVALUATION</p> <p>(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR INSTRUMENTELLEN SPRACHQUALITÄTSBESTIMMUNG</p> <p>(57) Abstract</p> <p>Known methods for instrumental voice quality evaluation based on comparing signal intensities of the voice signal to be evaluated with a reference voice signal do not optimally evaluate spectral distortions in the voice signal to be evaluated so that quality evaluation is unreliable. Moreover, by integrating the signal intensity in the frequency bands with constant band limits, certain falsifications of the voice signal to be evaluated, such as those caused, for instance, by coding systems with lower bit rates, are erroneously evaluated. In order to enhance prediction reliability of the evaluated quality parameters, distortions of the mean spectral envelope are extensively corrected with a weighting function $W_T(f)$ before comparing spectral properties. On the other hand, the fixed band limits for integration of spectral power density are suppressed and other band limits are searched for instead in a predetermined optimization area in which the resulting spectral intensity representations of the voice signal to be evaluated and the reference voice signal have maximum similarity. The solutions described can supplement known methods and can be incorporated into their structures.</p>			
<p>INPUT SIGNAL Eingangssignal</p> <p>OUTPUT SIGNAL Ausgangssignal</p> <p>Obertragungssystem</p> <p>Pegel- und 2. Laufzeitausgleich</p> <p>Referenzsignal REFERENCE SIGNAL</p> <p>Segmentierung -spektrale Kurzzeit Leistungsdichte 3</p> <p>Segmentierung -spektrale Kurzzeit Leistungsdichte 3</p> <p>Intensitätsberechnung in Frequenzbändern 4</p> <p>W_T(f)</p> <p>Intensitätsberechnung in Frequenzbändern 4</p> <p>spektrale Wichtungsfunktion SPECTRAL WEIGHTING FUNCTION</p> <p>variable Bandgrenzen VARIABLE BAND LIMITS</p> <p>QUALITY VALUE Qualitätswert</p> <p>Abstands- bzw. Ähnlichkeitsberechnung 5</p> <p>1...TRANSMISSION SYSTEM 2...LEVEL AND PROPAGATION TIME COMPENSATION 3...SEGMENTATION -SPECTRAL SHORT-TIME POWER DENSITY</p> <p>4...INTENSITY CALCULATION IN FREQUENCY BANDS</p> <p>5...DISTANCE OR SIMILARITY CALCULATION</p>			

(57) Zusammenfassung

Bekannte Verfahren zur instrumentellen Sprachqualitätsbestimmung auf der Basis eines Vergleichs von Signalintensitäten des zu bewertenden Sprachsignals mit einem Referenzsprachsignal bewerten spektrale Verformungen des zu bewertenden Sprachsignals nicht optimal, so dass die Qualitätsbewertung unsicher ist. Des weiteren werden durch die Integration der Signalintensität in Frequenzbändern mit konstanten Bandgrenzen bestimmte Verfälschungen des zu bewertenden Sprachsignals, wie sie z.B. durch Codiersysteme niederer Bitraten hervorgerufen werden, fehlerhaft bewertet. Um die Aussagesicherheit der berechneten Qualitätskennwerte zu erhöhen, werden zum einen Verformungen der mittleren spektralen Einhüllenden vor einem Vergleich der spektralen Eigenschaften mit einer Wichtungsfunktion $W_T(f)$ weitgehend korrigiert. Zum anderen werden die festen Bandgrenzen zur Integration der spektralen Leistungsdichte aufgehoben und statt dessen in einem vorgegebenen Optimierungsbereich Bandgrenzen gesucht, bei denen die sich ergebenden spektralen Intensitätsabbildungen von zu bewertendem Sprachsignal und Referenzsprachsignal eine maximale Ähnlichkeit aufweisen. Die beschriebenen Lösungen können bekannte Verfahren erweitern und zu deren Struktur hinzugefügt werden.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Verfahren zur instrumentellen Sprachqualitätsbestimmung

Beschreibung

5 Vorbemerkung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur instrumentellen ("objektiven") Sprachqualitätsbestimmung, bei dem durch Vergleich von Eigenschaften eines zu bewertenden Sprachsignals mit Eigenschaften eines Referenzsprachsignals (ungestörtes Signal) Kennwerte zur Bestimmung der Sprachqualität (Sprachgüte) abgeleitet werden.

10

Sprachqualitätsbestimmungen von Sprachsignalen werden in der Regel mittels auditiver ("subjektiver") Untersuchungen mit Versuchspersonen vorgenommen.

15 Das Ziel von instrumentellen ("objektiven") Verfahren zur Sprachqualitätsbestimmung ist es, aus Eigenschaften des zu bewertenden Sprachsignals mittels geeigneter Rechenverfahren Kennwerte zu ermitteln, die die Sprachqualität des zu bewertenden Sprachsignals beschreiben, ohne auf Urteile von Versuchspersonen zurückgreifen zu müssen.

20 Die berechneten Kennwerte und das zugrunde gelegte Verfahren zur instrumentellen Sprachqualitätsbestimmung gelten als anerkannt, wenn eine hohe Korrelation zu Ergebnissen auditiver Vergleichsuntersuchungen erreicht wird. Die mittels auditiver Untersuchungen gewonnenen Sprachqualitätswerte stellen somit die Zielwerte dar, die durch instrumentelle Verfahren erreicht werden sollen.

25 Stand der Technik

Bekannte Verfahren zur instrumentellen Sprachqualitätsbestimmung beruhen auf einem Vergleich eines Referenzsprachsignals mit dem zu bewertenden Sprachsignal. Dabei werden das Referenzsprachsignal und das zu bewertendes Sprachsignal in kurze Zeitabschnitte segmentiert. In diesen Segmenten werden die spektralen Eigenschaften der beiden Signale verglichen.

30 Für die Berechnung der spektralen Kurzzeiteigenschaften kommen verschiedene Ansätze und Modelle zur Anwendung. In der Regel erfolgt die Berechnung der Signalintensität in

Frequenzbändern, deren Breite mit zunehmender Mittenfrequenz größer wird. Beispiele für solche Frequenzbänder sind die bekannten Terzbänder oder Frequenzgruppen nach Zwicker (veröffentlicht in Zwicker, E.: "Psychoakustik", Berlin: Springer-Verlag, 1982).

5 Die derart berechnete spektrale Intensitätsabbildung für jeden betrachteten Zeitabschnitt lässt sich als Reihe von Zahlenwerten auffassen, in der die Anzahl der Einzelwerte der Anzahl der verwendeten Frequenzbänder entspricht, die Zahlenwerte selbst die berechneten Intensitätswerte darstellen und ein fortlaufender Index der Frequenzbänder die Reihenfolge der Zahlenwerte beschreibt.

10

Bei den derzeit bekannten Verfahren zur instrumentellen Sprachqualitätsbestimmung werden die Grenzen der benutzten Frequenzbänder auf der Frequenzachse konstant gehalten.

15

In jedem betrachteten Zeitsegment werden die berechneten Intensitäten von zu bewertenden Sprachsignal und Referenzsprachsignal in jedem Band miteinander verglichen. Die Differenz beider Werte, bzw. die Ähnlichkeit der beiden entstehenden spektralen Intensitätsabbildungen, stellt die Grundlage für die Berechnung eines Qualitätswertes dar (Fig. 1).

20

Solche Verfahren wurden insbesondere für die qualitative Bewertung der Sprache in der Telefonieanwendung entwickelt. Beispiele hierfür sind die Veröffentlichungen:

"A perceptual speech-quality measure based on a psychacoustic sound representation"

25 (Beerends, J. G.; Stemberdink, J. A., J. Audio Eng. Soc. 42(1994)3, S.115-123)

"Auditory distortion measure for speech coding" (Wang, S; Sekey, A.; Gersho, A.: IEEE Proc. Int. Conf. acoust., speech and signalprocessing (1991), S.493-496).

30 Der derzeit gültige ITU-T Standard P.861 beschreibt ebenfalls ein derartiges Verfahren: "Objective quality measurement of telephone-band speech codecs" (ITU-T Rec. P.861, Genf 1996).

Nachteile bekannter instrumenteller Sprachqualitätsmeßverfahren

Der Einsatz von bekannten Verfahren zur instrumentellen Sprachqualitätsbestimmung scheitert an der Zuverlässigkeit der berechneten Qualitätswerte für bestimmte zu bewertende Signaleigenschaften. Insbesondere bei Beeinträchtigungen im zu bewertenden

5 Sprachsignal, wie sie z.B. durch Sprachcodierverfahren mit niedrigen Bitraten oder Kombinationen von unterschiedlichen Störungen hervorgerufen werden, liefern derzeit bekannte Verfahren nur unsichere Qualitätswerte.

Nachteilig bei den heute bekannten Verfahren ist in solchen Fällen, daß bei einem Vergleich

10 zwischen dem zu bewertenden Sprachsignal mit einem Referenzsprachsignal Unterschiede zwischen beiden Signalabschnitten in der gewählten Darstellungsebene in den zu berechnenden Qualitätskennwert einfließen, die nicht oder kaum zu einer – auch im auditiven Test wahrnehmbaren – qualitativen Beeinträchtigung führen.

15 Im Rahmen der hier betrachteten Sprachübertragung in Telefonanwendungen tragen Frequenzbandbegrenzungen und spektrale Verformungen des zu bewertenden Sprachsignals (z.B. hervorgerufen durch Filtereigenschaften des Telefongerätes oder des Übertragungskanals) nur begrenzt zu einer empfundenen qualitativen Beeinträchtigung bei.

20 Um diese Mängel teilweise zu vermeiden, wird in einem anderen Ansatz versucht, die linearen Verzerrungen (Frequenzgang) durch ein Korrekturfilter bzw. eine Leistungsübertragungsfunktion zu kompensieren (veröffentlicht in: "A new approach to objective quality-measures based on attribute-matching", Halka, U.; Heute, U., Speech communication, 11(1992)1, S.15-30). Die Anwendung dieses Verfahrens ist jedoch bei 25 nichtlinearer und zeitinvarianter Übertragung nachteilig, da die so berechnete Kompensationsfunktion nicht mehr ausschließlich die spektralen Verformungen des zu bewertenden Signals beschreibt.

30 Verschiebungen spektraler Kurzzeit-Maxima ("Formantverschiebungen") im zu testenden Signal gegenüber dem Referenzsprachsignal, z.B. verursacht durch Codiersysteme mit niedriger Bitrate, führen bei bekannten Verfahren zu großen Unterschieden in den spektralen Intensitätsabbildungen und gehen damit stark in den berechneten Qualitätswert ein. Untersuchungen haben ergeben, daß in einer auditiven Sprachqualitätsuntersuchung

diese Verschiebungen spektraler Kurzzeit-Maxima jedoch nur begrenzten Einfluß auf das Qualitätsurteil haben.

Aufgabe

5 Die Erfindung stellt sich die Aufgabe, den Einfluß von spektralen Begrenzungen und Verformungen des zu bewertenden Sprachsignals sowie von Verschiebungen spektraler Kurzzeit-Maxima vor dem Vergleich der spektralen Eigenschaften eines zu testenden Signals mit einem Referenzsprachsignal und der Berechnung eines Qualitätswertes in instrumentellen Verfahren zu reduzieren.

10

Lösung

Im Gegensatz zu bekannten Ansätzen wird in der hier beschriebenen Erfindung eine spektrale Wichtungsfunktion generiert, die auf mittleren spektralen Einhüllenden, z.B. der mittleren spektralen Leistungsdichte, von zu bewertendem Sprachsignal und 15 Referenzsprachsignal beruht. Dies ermöglicht den Einsatz des Verfahrens ebenfalls bei nichtlinearer und zeitvarianter Übertragung.

Die spektrale Wichtungsfunktion wird aus den Quotienten der Stützwerte der mittleren spektralen Leistungsdichte des zu bewertenden Signals $\Phi_{iY}(f)$ und der des Eingangssignals 20 des Übertragungssystems $\Phi_{iX}(f)$ derart berechnet, daß die Wichtungsfunktion über

$$W_T(f) = a(f) \cdot (\Phi_{iY}(f) / \Phi_{iX}(f))$$

zu beschreiben ist. Die Bewertungsfunktion $a(f)$ kann die Wichtungsfunktion $W_T(f)$ an über 25 den Wirkungsbereich unterschiedlich gewichten, sie ist im einfachsten Falle konstant 1.

Die derart berechnete spektrale Wichtungsfunktion $W_T(f)$ nähert die mittleren spektralen Einhüllenden von zu bewertenden Sprachsignal und Referenzsprachsignal einander an, so daß Unterschiede der beiden spektralen Einhüllenden nur noch vermindert in den 30 berechneten Qualitätswert einfließen.

Die spektrale Wichtungsfunktion $W_T(f)$ kann zum einen auf das Referenzsprachsignal angewendet werden. Dabei wird das Referenzsprachsignal in seiner mittleren spektralen Leistungsdichte dem zu bewertenden Signal angenähert (Fig. 2a).

5 Zum anderen kann die spektrale Wichtungsfunktion invertiert auf das zu bewertende Signal angewendet werden. Dieses wird dadurch entzerrt und, hinsichtlich seiner mittleren spektralen Leistungsdichte, an das Referenzsprachsignal angenähert (Fig. 2b).

10 Ein weiterer Teil der Erfindung bezieht sich auf die Korrektur von Verschiebungen spektraler Kurzzeit-Maxima, die durch die Übertragungssysteme verursacht werden.

15 Die Intensität wird für jeden Zeitabschnitt in Frequenzbändern integriert. Resultat ist eine Reihe von Intensitätswerten für jede spektrale Darstellung eines Signalabschnitts, wobei jeder Einzelwert die Intensität in einem Frequenzband repräsentiert. Die Verschiebungen spektraler Kurzzeit-Maxima können hierbei zu abweichenden berechneten Intensitäten in den Frequenzbändern von Referenzsprachsignal und zu bewertenden Sprachsignal führen.

20 Diese Abweichungen in den spektralen Intensitätsabbildungen – verursacht Verschiebungen spektraler Kurzzeit-Maxima – können durch eine variable Anordnung der Frequenzbänder auf der Frequenzachse reduziert werden. Im Gegensatz zu den konstanten Bandgrenzen bei bekannten Verfahren werden die Bandgrenzen auf der Frequenzachse verschoben. Die Zahl der Frequenzbänder und deren Index bleibt aber konstant. In einer Optimierungsschleife werden dann diejenigen Bandgrenzen akzeptiert, bei denen die beiden entstehenden spektralen Abbildungen von zu bewertenden Sprachsignal und Referenzsprachsignal 25 maximale Ähnlichkeit aufweisen bzw. deren Abstand minimal ist. Diese Optimierung wird für alle Bänder in allen betrachteten Zeitsegmenten durchgeführt.

30 Der Einsatz variabler Bandgrenzen zur Berechnung der spektralen Intensitätsabbildung ist nicht nur auf das Signal, in dem auch die beschriebene spektrale Wichtungsfunktion $W_T(f)$ zum Einsatz kommt, beschränkt, sondern kann auch auf das jeweils andere Signal und sogar auf beide Signale angewendet werden. (vgl. Fig. 2a und 2b).

Ausführungsbeispiel:

Ein spezielles Ausführungsbeispiel zeigt eine Realisierung gemäß Fig. 3, die als TOSQA (Telecommunication Objective Speech Quality Assessment) bezeichnet wird. Hierbei erfolgt

5 eine erweiterte Vorverarbeitung des Referenzsprachsignals.

In Spezifikation der allgemeinen Realisierungen nach Fig. 2a und 2b werden hier Sprachpausen mittels eines Sprachpausenerkenners erkannt und gehen nicht in das Qualitätsmaß ein. Ebenfalls erfolgt eine Filterung von Referenzsprachsignal und zu

10 bewertendem Sprachsignal mit einem Bandpaß 300...3400 Hz sowie eine Filterung auf den Frequenzgang eines Telefonhandapparates. Die Integration der spektralen Leistungsdichte erfolgt in Frequenzgruppen, die die Basis für die Berechnung der spezifischen Lautheit darstellen.

15 Die Integration in Frequenzgruppen erfolgt jedoch *nicht* in festen Frequenzgruppengrenzen, sondern mit den in dieser Erfindung beschriebenen variablen Frequenzgruppengrenzen. Die berechneten Signalleistungen in den so modifizierten Frequenzgruppen bilden die Basis für die Intensitätsberechnung. Hier wurde auf ein Modell zur Berechnung der spezifischen Lautheit nach Zwicker, einer gehörrichtigen Intensitätsabbildung, zurückgegriffen

20 (veröffentlicht in Zwicker, E.: "Psychoakustik", Berlin: Springer-Verlag, 1982).

25 Die berechneten Lautheitsmuster werden in Ergänzung des allgemeinen Ansatzes noch durch eine Fehlerbewertungsfunktion ergänzt. Der berechnete Qualitätswert wird über einen Mittelwert der Korrelationskoeffizienten der spezifischen Lautheiten für jedes betrachtete kurze Zeitsegment über die Zahl der ausgewerteten Sprachsegmente gebildet.

Patentansprüche (6)

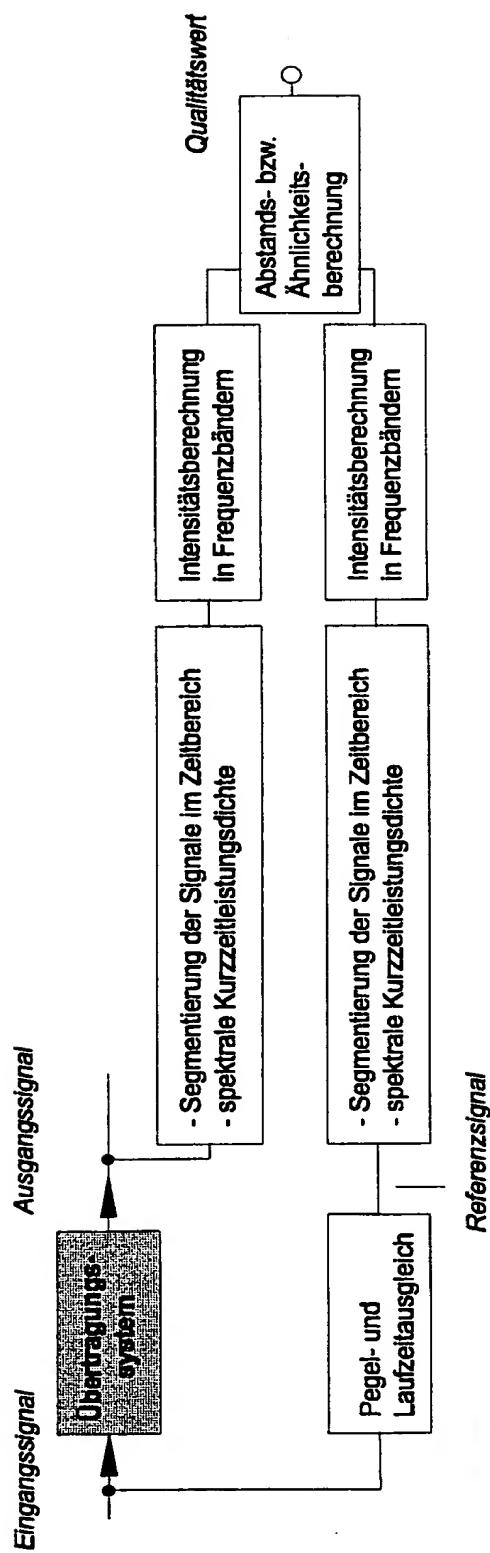
1. Verfahren zur instrumentellen Sprachqualitätsbestimmung, bei dem durch Vergleich von spektralen Kurzzeiteigenschaften eines zu bewertenden Sprachsignals mit einem Referenzsprachsignal Kennwerte zur Bestimmung der Sprachqualität berechnet werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß vor dem Vergleich der Eigenschaften der Sprachsignale, Unterschiede in mittleren spektralen Einhüllenden verringert werden, indem aus diesen zuerst eine spektrale Wichtungsfunktion berechnet wird, mit der die spektralen Kurzzeit-eigenschaften der Sprachsignale in allen betrachteten Zeitsegmenten gewichtet werden, so daß die Unterschiede in den mittleren spektralen Einhüllenden dadurch nur begrenzt in den zu berechnenden Qualitätskennwert einfließen, und daß für die Berechnung der Signalintensität die Grenzen der benutzten Frequenzbänder variabel gestaltet werden, so daß für jeden betrachteten Signalabschnitt in jeweils allen ausgewerteten Frequenzbändern die berechneten Intensitäten von Referenzsprachsignal und zu bewertendem Signal zueinander möglichst geringe Unterschiede aufweisen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zuerst die mittleren spektralen Einhüllenden von zu bewertenden Sprachsignal und Referenzsprachsignal in Form eines mittleren Leistungsdichtespektrums berechnet werden und aus dem Quotienten beider Spektren eine spektrale Wichtungsfunktion $W_T(f)$ berechnet wird, mit der die Kurzzeit-Leistungsdichtespektren des Referenzsprachsignals vor der Berechnung eines Qualitätskennwertes gewichtet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zu berechnende Wichtungsfunktion $W_T(f)$ nur aus Teilbereichen der berechneten mittleren spektralen Einhüllenden von zu bewertenden Sprachsignal und Referenzsprachsignal berechnet wird und damit die Unterschiede in mittleren spektralen Einhüllenden zwischen beiden Signalen nur in spektralen Teilbereichen verringert werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß vor Berechnung der Qualitätskennwerte eine Integration der Signalintensität für jeden ausgewerteten

kurzen Zeitabschnitt in Frequenzgruppen erfolgt, wobei die Grenzen der Frequenzgruppen auf der Frequenzachse variabel sind, aber die Breite der Frequenzgruppen auf der Tonheitskala konstant bleibt, und daß aus den Signalintensitäten in den Frequenzgruppen eine Berechnung der spezifischen Lautheit erfolgt,
5 wobei die Grenzen der Frequenzgruppen benutzt werden, bei denen die berechneten Unterschiede in der spezifischen Lautheit zwischen dem zu bewertenden Signal und dem Referenzsprachsignal im jeweils betrachteten Band und Zeitsegment den geringsten Unterschied aufweisen.

10 5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Qualitäts-kennwert aus der Ähnlichkeit der spektralen Darstellungen in jedem betrachteten Zeitabschnitt berechnet wird, wobei die Ähnlichkeit einen über alle betrachteten Zeitabschnitte gemittelten Korrelationskoeffizienten zwischen der spektralen Darstellung des zu bewertenden Sprachsignals und der spektralen Darstellung des Referenzsprachsignals
15 im jeweiligen Zeitsegment darstellt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Korrelations-koeffizient zwischen der spektralen Darstellung des zu bewertenden Sprachsignals und der spektralen Darstellung des Referenzsprachsignals im jeweiligen Zeitsegment nur von
20 einem Teilbereich der spektralen Darstellung berechnet wird, d.h. für die Berechnung des Qualitätskennwertes nicht alle berechneten Spektralwerte berücksichtigt werden.

1/4



Stand der Technik

FIG. 1

This Page Blank (uspto)

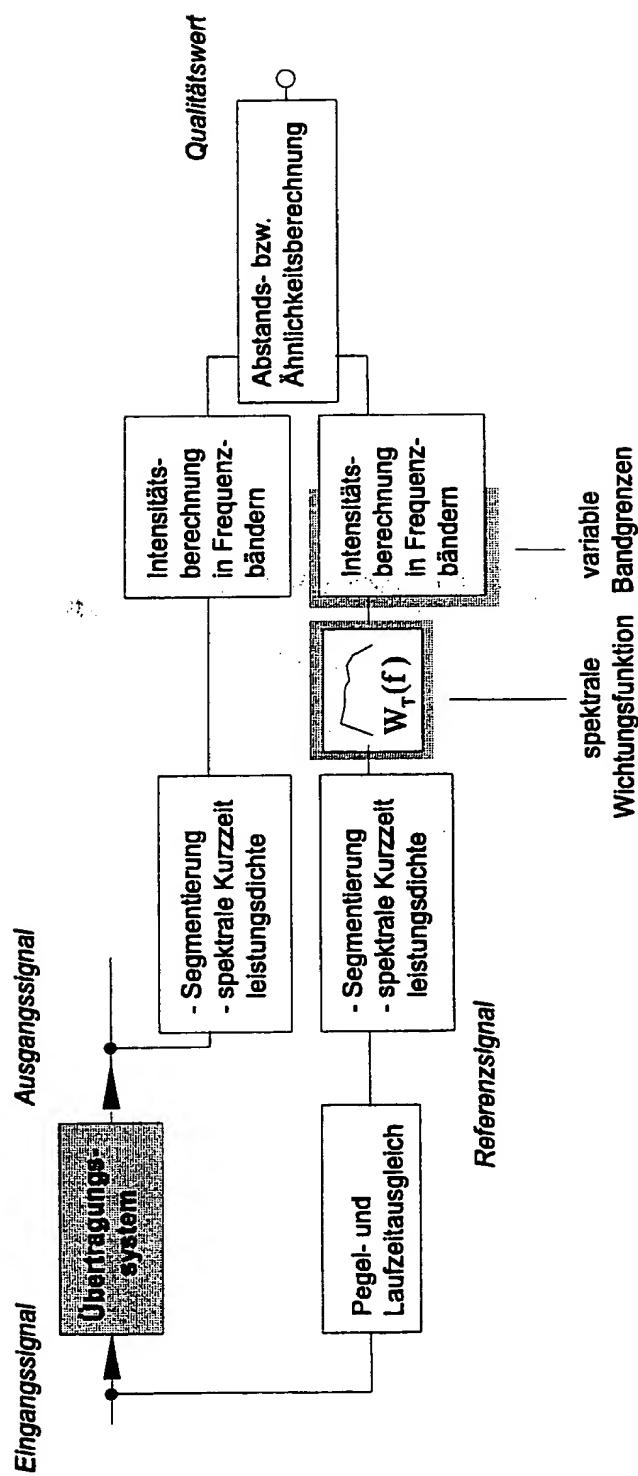


FIG. 2a

This Page Blank (uspto)

3/4

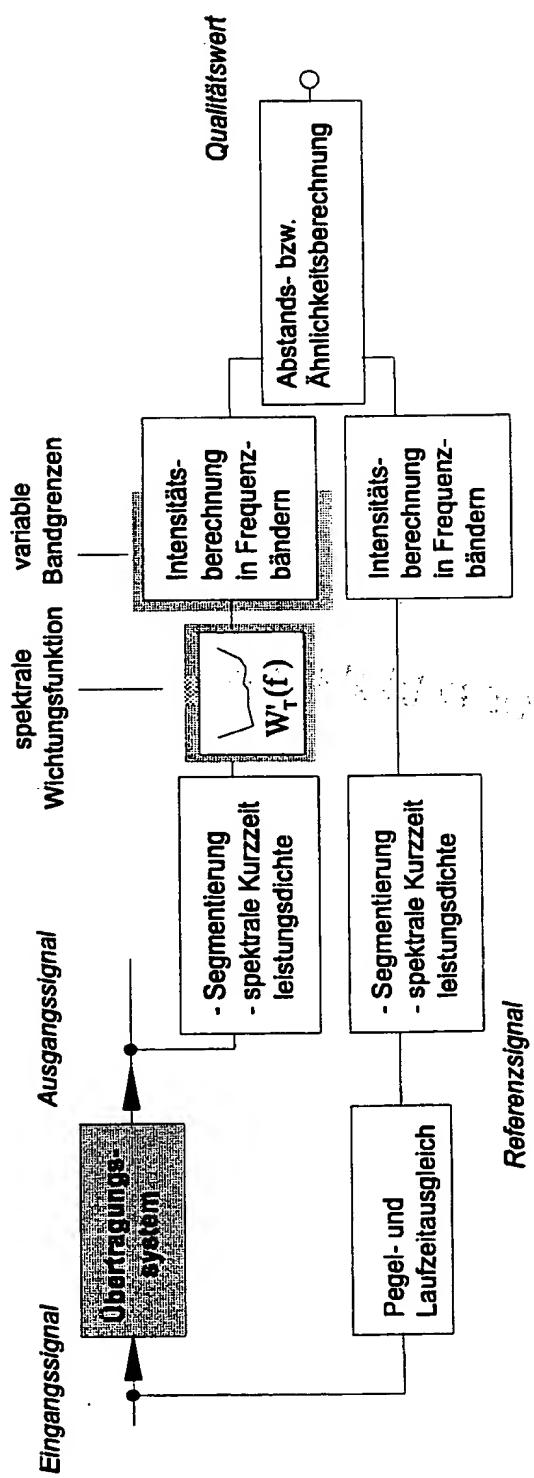


FIG. 2b

This Page Blank (uspto)

4/4

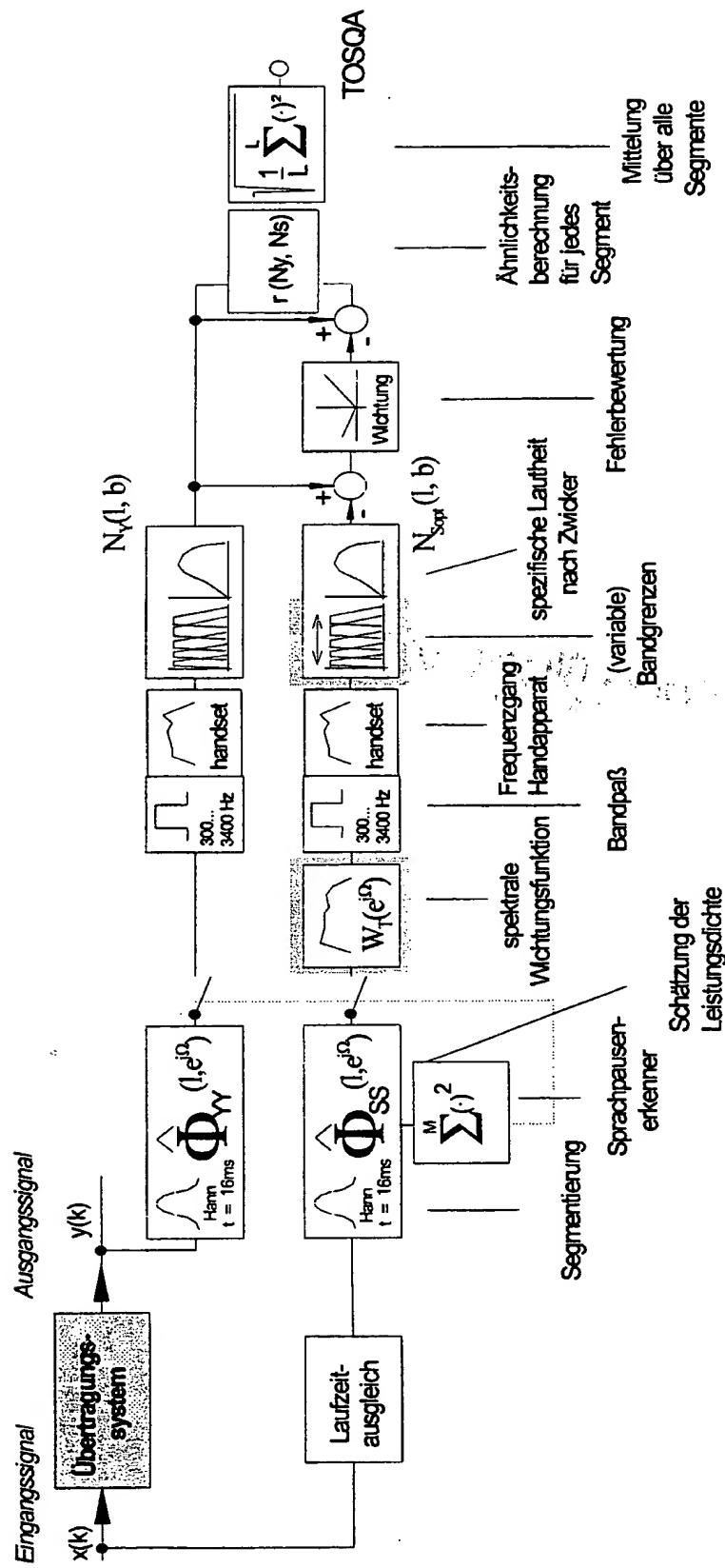


FIG. 3

This Page Blank (uspto)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 99/05972

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G10L19/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G10L H04M H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 621 854 A (HOLLIER MICHAEL P) 15 April 1997 (1997-04-15) column 5, line 21 -column 6, line 4 column 6, line 62 -column 7, line 14 column 8, line 38 - line 55	1-6

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the International filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

10 December 1999

Date of mailing of the International search report

11/01/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ramos Sánchez, U

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

ational Application No
PCT/EP 99/05972

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5621854	A 15-04-1997	AU 670950 B	08-08-1996
		AU 4350093 A	24-01-1994
		CA 2137005 A	06-01-1994
		DE 69321590 D	19-11-1998
		DE 69321590 T	01-04-1999
		EP 0647375 A	12-04-1995
		EP 0856961 A	05-08-1998
		ES 2122021 T	16-12-1998
		WO 9400922 A	06-01-1994
		JP 8501910 T	27-02-1996
		SG 48927 A	18-05-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

nationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/05972

A. KLASSEIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G10L19/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G10L H04M H04B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^a	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 621 854 A (HOLLIER MICHAEL P) 15. April 1997 (1997-04-15) Spalte 5, Zeile 21 -Spalte 6, Zeile 4 Spalte 6, Zeile 62 -Spalte 7, Zeile 14 Spalte 8, Zeile 38 - Zeile 55	1-6

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweitfehler er scheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

10. Dezember 1999

11/01/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Ramos Sánchez, U

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

internationales Aktenzeichen
PCT/EP 99/05972

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5621854	A 15-04-1997	AU	670950 B	08-08-1996
		AU	4350093 A	24-01-1994
		CA	2137005 A	06-01-1994
		DE	69321590 D	19-11-1998
		DE	69321590 T	01-04-1999
		EP	0647375 A	12-04-1995
		EP	0856961 A	05-08-1998
		ES	2122021 T	16-12-1998
		WO	9400922 A	06-01-1994
		JP	8501910 T	27-02-1996
		SG	48927 A	18-05-1998